(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－39519
（P2000－39519A）
(43)公開日　平成12年２月８日(2000.2.8)

(51)Int.Cl.⁷		識別記号	FI			テーマコード(参考)
G02B	6/00	326	G02B	6/00	326	2H038
		366			366	2H050
	6/10			6/10	C	

審査請求　未請求　請求項の数４　ＯＬ　（全６頁）

(21)出願番号　特願平10－209753

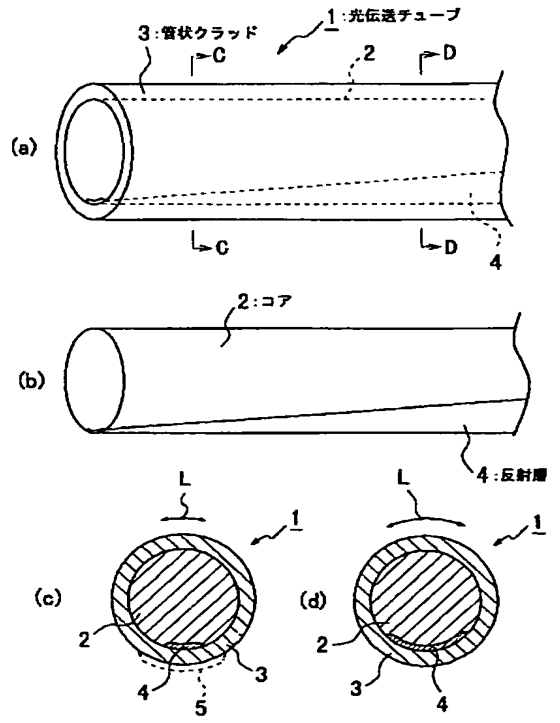
(22)出願日　平成10年７月24日(1998.7.24)

(71)出願人　000005278
株式会社ブリヂストン
東京都中央区京橋１丁目10番１号
(72)発明者　石原田　稔
埼玉県浦和市文蔵４－20－21－102
(72)発明者　杉山　秀夫
東京都東村山市美住町１－19－１
(74)代理人　100086911
弁理士　重野　剛

Ｆターム(参考)　2H038 AA54 BA42
2H050 AA11 AA15 AB43Y AB45X
AC81 AD00

(54)【発明の名称】　光伝送チューブ及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】　側周面から指向性を持って高輝度に発光し、汚れなどが付着しても優れた発光特性を維持し、かつ量産性に優れた安価な光伝送チューブであって、側面輝度を任意に調節可能な光伝送チューブを提供する。
【解決手段】　管状クラッド３と、このクラッド材よりも高屈折率の材料で構成されるコア２とを備え、管状クラッド３とコア２との間にその長さ方向に沿って、長さ方向に幅が変化する帯状の反射層４を形成し、コア２を通る光を、反射層４で反射・散乱させて反射層形成側と反対側の管状クラッド３の外側周面から放出させるようにした光伝送チューブ１。多色押出機を用い、コア材、クラッド材、及び白色顔料又は散乱材を含む反射材を同時に押出機の各口金部に導入し、コア材を円柱状に、反射材をこの円柱状コア材外周面上に帯状に、クラッド材をコア材及び反射材を覆ってチューブ状にそれぞれ同時に押し出すに当り、反射材の押し出し量を変化させて長さ方向に幅の異なる帯状の反射層を形成して、この光伝送チューブを製造する。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　管状クラッドと、該管状クラッドの構成材料よりも高屈折率の材料で構成されるコアとを備える光伝送チューブにおいて、
該管状クラッドとコアとの間に該管状クラッドの長さ方向に沿って帯状の反射層を形成し、前記コアを通る光を該反射層で反射・散乱させて該反射層形成側と反対側の管状クラッド側周面から放出させるようにした光伝送チューブであって、
該帯状の反射層の幅をその長さ方向で変化させたことを特徴とする光伝送チューブ。
【請求項２】　請求項１において、該帯状の反射層は、該光伝送チューブの光の入射部となる一端側から他端側へ向って次第に幅が大きくなるように形成されており、これにより、該光伝送チューブから、長さ方向においてほぼ均等な光量の光が放出されることを特徴とする光伝送チューブ。
【請求項３】　請求項１又は２において、前記管状クラッドが（メタ）アクリル系ポリマーよりなり、前記コアがポリスチレン、ポリカーボネート又はスチレン－（メタ）アクリル共重合体よりなり、前記反射層が白色顔料又は散乱材を含む（メタ）アクリル系ポリマーよりなることを特徴とする光伝送チューブ。
【請求項４】　請求項１ないし３に記載の光伝送チューブを製造する方法であって、
多色押出機を用い、コア材、クラッド材、及び反射材を該多色押出機に導入し、コア材を円柱状に、反射材をこの円柱状コア材外周面上に帯状に、かつクラッド材を上記コア材及び反射材を覆うチューブ状にそれぞれ同時に押し出すに当り、該反射材の押し出し量を変化させて、長さ方向に幅の異なる帯状の反射層を形成することを特徴とする光伝送チューブの製造方法。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、管状クラッドと、この管状クラッドの構成材料よりも高屈折率の材料よりなるコアとを備えた光伝送チューブにおいて、管状クラッドとコアとの間に帯状の反射層を形成することにより、管状クラッドの側周面（外表面部）から指向性を有する光を放出させるようにした光伝送チューブ及びその製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】従来、数m程度の長さに亘り発光が得られる発光体としては、ネオン管や蛍光管がある。しかし、ネオン管や蛍光管は高電圧を必要とし、感電や漏電等の危険があるため例えば水中や雨、雪のかかる箇所では使用できず、更にガラス管で形成されているため、耐衝撃性に難があり、人や車などの物体が接触するような場所では使用できなかった。
【０００３】そこで、これらの問題を解決するものとして、可撓性チューブに透明コア液又は柔軟な透明ポリマーを充填した光伝送チューブや、プラスチック光ファイバーを撚り合わせたものが提案されている。これらは光源から出てくる光をチューブの一端から入射させ、数十mの長さに亘りチューブ側面から光を出射させるもので、光源と発光部分を分離でき、破損の危険性もないことから、水中や屋外、爆発の恐れのある環境等においても使用することができ、また、ガラス細工などの複雑な加工が不要で製造が容易である上に、施工性も良好なものであった。
【０００４】しかしながら、管状クラッドと、この管状クラッドの構成材料より高屈折率の材料よりなる透明コアとからなる光伝送チューブは、一般により多くの光を光伝送チューブ先端に送ることを目的とするため、チューブの側周面の輝度は高くない。
【０００５】チューブ側周面の輝度を高めるために、管状クラッド内面に凹凸を付けたりコアに光散乱性を有する粒子を分散させることが考えられるが、この方法では、チューブ側周面から断面方向の全方位に光が放射してしまうため、所望の方向において十分に高い輝度を得ることはできなかった。
【０００６】そこで、ガラスや透明樹脂製の透明ロッドの側周面に、光反射性塗料を点状又は線状に印刷して反射層を形成し、特定方向に光を放射させる光散乱ロッドが提案されている。この光散乱ロッドによれば、放射させる光に指向性を持たせた分だけ輝度を高めることができるが、ロッドの外周部に汚れが付着した場合には、該透明ロッドの光伝送性が低下するため、輝度が低下したり長さ方向の輝度分布が変化したりするなどの問題があり、ロッドが汚れないような環境でしか利用できなかった。また、このような光散乱ロッドは、押し出しや注型重合などの方法で透明ロッドを作製した後、この透明ロッドの外周に光反射性塗料を印刷する方法で製造されるが、印刷塗膜の乾燥工程に時間がかかり、また少なくともロッドの成形と印刷との２つの工程を経なければならないため、生産性が悪く、高価となるという欠点もあった。また、ロッド状のものに印刷するため、側周面の一側にしか反射層を形成することができず、このため、光の放射方向に制約を受けるという不具合もあった。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】上述の如く、従来においては、側周面から特定の指向性を持って光を放出させることにより輝度を高めた光伝送チューブであって、汚れ等による発光特性の低下の問題がなく、量産性に優れ、かつ安価な光伝送チューブは提供されていないのが現状である。
【０００８】本発明は上記従来の問題点を解決し、側周面（外表面部）から指向性を持って高輝度に発光し、汚れなどが付着しても優れた発光特性を維持し、かつ量産性に優れた安価な光伝送チューブ及びその製造方法を提

供することを目的とする。

【０００９】本発明は特に、このような光伝送チューブにおいて、側周面からの発光量を任意に調節することができる光伝送チューブ及びその製造方法を提供することを目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】本発明の光伝送チューブは、管状クラッドと、該管状クラッドの構成材料よりも高屈折率の材料で構成されるコアとを備える光伝送チューブにおいて、該管状クラッドとコアとの間に該管状クラッドの長さ方向に沿って帯状の反射層を形成し、前記コアを通る光を該反射層で反射・散乱させて該反射層形成側と反対側の管状クラッド側周面から放出させるようにした光伝送チューブであって、該帯状の反射層の幅をその長さ方向で変化させたことを特徴とする。

【００１１】本発明の光伝送チューブでは、反射層を管状クラッドとコアとの間にチューブの長さ方向に沿って帯状に形成してあり、光量の最も多いコア内部を通る強い光がこの帯状の反射層で反射され、該反射層と反対側のチューブ側周面から指向性の高い強い光として放出される。この結果、著しく輝度が高くなり、非常に明るいものとなる。なお、反射層の幅をその長さ方向で変化させているので、この変化の割合を調整することにより任意の位置において任意の発光量となるように容易に調整することができる。

【００１２】本発明においては、帯状の反射層を、該光伝送チューブの光の入射部となる一端側から他端側へ向って次第に幅が大きくなるように形成することにより、光伝送チューブから、長さ方向においてほぼ均等な光量の光が放出されるようにすることができる。

【００１３】本発明においては、管状クラッドは（メタ）アクリル系ポリマーよりなり、コアはポリスチレン、ポリカーボネート又はスチレン－（メタ）アクリル共重合体よりなり、反射層は白色顔料又は散乱材を含む（メタ）アクリル系ポリマーよりなることが好ましい。

【００１４】このような本発明の光伝送チューブは、３個のスクリュー部を有する３色押出機等の多色押出機を用い、コア材、クラッド材、及び白色顔料又は散乱材を含む反射材を該多色押出機の例えば各口金部に導入し、コア材を円柱状に、反射材をこの円柱状コア材外周面上に帯状に、かつクラッド材を上記コア材及び反射材を覆うチューブ状にそれぞれ同時に押し出すに当り、押し出しスクリューの回転数を変化させるなどして反射材の押し出し量を変化させて、長さ方向に幅の異なる帯状の反射層を管状クラッドとコアとの間に形成する本発明の光伝送チューブの製造方法により、高い生産性のもとに安価に製造することができる。

【００１５】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【００１６】図１は本発明の光伝送チューブの実施の形態を示し、（ａ）図は斜視図、（ｂ）図は管状クラッドの図示を省略した状態を示す斜視図、（ｃ）図は（ａ）図のＣ－Ｃ線に沿う断面図、（ｄ）図は（ａ）図のＤ－Ｄ線に沿う断面図である。

【００１７】図１に示す光伝送チューブ１は、コア２とこれを覆う管状クラッド３との間に、チューブの長手方向に延在し、その長さ方向に幅が異なる（本実施例では一端側から他端側へ向けて幅が太くなる。）帯状の反射層４を形成したものである。なお、反射層４はコア３の表面から若干コア３の内部に侵入した状態で形成されていても良い。

【００１８】コア２を構成する材料（コア材）には、管状クラッド３を構成する材料（クラッド材）よりも屈折率が高い透明材料が用いられ、一般的には、プラスチック、エラストマー等の中から目的に応じて適宜選択使用される。

【００１９】コア材の具体例としては、ポリスチレン、スチレン・メチルメタクリレート共重合体、（メタ）アクリル樹脂、ポリメチルペンテン、アリルグリコールカーボネート樹脂、スピラン樹脂、アモルファスポリオレフィン、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリアリレート、ポリサルホン、ポリアリルサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ジアリルフタレート、フッ素樹脂、ポリエステルカーボネート、ノルボルネン系樹脂（ＡＲＴＯＮ）、脂環式アクリル樹脂（オプトレッツ）、シリコン樹脂、アクリルゴム、シリコンゴム等の透明材料が挙げられる（なお、「（メタ）アクリル」とは「アクリル及びメタクリル」を示す。）。

【００２０】一方、クラッド材としては、屈折率の低い透明材料の中から選定することができ、プラスチックやエラストマー等の有機材料が挙げられる。

【００２１】クラッド材の具体例としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、フッ化ポリメチルメタアクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリ酢酸ビニル、ポリエチレン－酢酸ビニル共重合体、ポリビニルアルコール、ポリエチレン－ポリビニルアルコール共重合体、フッ素樹脂、シリコン樹脂、天然ゴム、ポリイソプレンゴム、ポリブタジエンゴム、スチレン－ブタジエン共重合体、ブチルゴム、ハロゲン化ブチルゴム、クロロプレンゴム、アクリルゴム、エチレン－プロピレン－ジエン共重合体（ＥＰＤＭ）、アクリロニトリル－ブタジエン共重合体、フッ素ゴム、シリコンゴム等が挙げられる。

【００２２】上記のコア材、クラッド材のうち、透明性や屈折率等の光学特性及び同時押し出し加工性の面から、コア材としては、ポリスチレン、ポリカーボネート、スチレン－（メタ）アクリル共重合体（ＭＳポリマー）等が好ましく、また、クラッド材としては（メタ）

アクリル系ポリマー等が好ましい。

【００２３】反射層は白色顔料や散乱材を含む（メタ）アクリル系ポリマーで形成することが好ましい。

【００２４】ここで白色顔料や散乱材としては、シリコーン樹脂粒子やポリスチレン樹脂粒子等の有機ポリマー粒子、Al_2O_3、TiO_2、SiO_2等の金属酸化物粒子、$BaSO_4$等の硫酸塩粒子、$CaCO_3$等の炭酸塩粒子等が挙げられ、これらの１種を単独で又は２種以上を併用して使用することができる。

【００２５】反射効率や同時押し出し加工性等を考慮した場合、これら白色顔料や散乱材の粒子の平均粒径は０．１～２００μｍ程度特に０．５～５０μｍ程度であることが好ましく、また、反射層構成材料（反射材）中の含有量は０．５～２０重量％程度特に１～１０重量％程度であることが好ましい。

【００２６】反射層４の厚さは特に制限されないが、１０～２００μｍ特に５０～１００μｍとすることが好適である。この厚さが薄すぎると反射される光が少なくなるため輝度が低くなり、厚すぎると反射される光が多くなり輝度が高くなるが、これは光源から近距離の場合で、更に光源から離れた所では逆に輝度が低くなる不利を伴う場合がある。

【００２７】なお、コア２の直径は特に制限されないが、通常２～３０ｍｍ特に５～１５ｍｍ程度とされる。また、管状クラッド３の肉厚は通常０．０５～４ｍｍ特に０．２～２ｍｍ程度とされる。

【００２８】本発明においては、帯状の反射層の形成位置、反射層の帯幅等には特に制限はなく、反射層で反射された光が指向性を有する複数の光条として放出されるように形成すれば良い。

【００２９】図１のように、反射層４を一端側から他端側に向けて次第に幅が大きくなるように形成した光伝送チューブ１であれば、該一端側から入射させた光が反射層４で反射されて光伝送チューブ１の側周面から放出され、コア２内の光量が他端側に向けて少なくなるのに対して、反射層４の幅を大きくして光の反射率を高めることで、光伝送チューブ１の長さ方向に亘って均等な光が放出されるようにすることができ好ましい。

【００３０】なお、反射層４の幅（周方向長さ）は、例えばコア２の周長の３～５０％、特に５～２０％程度の範囲で変化させるのが好ましいが、この範囲外であっても良い。

【００３１】本発明における反射層の幅の変化は、連続的に変化するものであっても良く、段階的に変化するものであっても良い。

【００３２】本発明の光伝送チューブでは、図１（ｃ）に示す如く、反射層４を覆うように、管状クラッド３の外表面に反射性保護層５を形成しても良い。このような反射性保護層５を形成した光伝送チューブであれば、反射層４にピンホール等の欠陥がある場合、この欠陥部分を通って反射層４の裏側に漏洩する光や反射層４の側部から漏洩する光をこの反射性保護層５で反射することにより光の損失を低減し、反射層４の反対側の輝度をより一層高めることができる。

【００３３】この反射性保護層５の構成材料としては、反射層４から漏れた光を外部に透過させず、また、この光を吸収せず、効率的に反射させるものが好ましく、具体的には、銀、アルミニウム等の金属箔や金属シート、或いは光を散乱する上記したような散乱性粒子を分散した塗膜等を用いることができる。反射性保護層５は、反射層４を覆う領域にのみ設けても良いが、反射光の放出部（図１（ｃ），（ｄ）のＬの領域に対応する管状クラッド外周部）以外の管状クラッド３の外周面を覆うように設けても良い。

【００３４】この光伝送チューブを製造するには、多色押出機例えば３個のスクリュー部を有する３色押出機を用い、コア材、クラッド材、及び白色顔料又は散乱材を含む反射材を押出機に導入し、コア材を円柱状に、反射材をこの円柱状コア材の外周面上に帯状に、かつクラッド材を上記コア材及び反射材を覆うチューブ状に同時に押し出すに際し、押し出しスクリューの回転数を変化させるなどして反射材の押し出し量を変化させて、長さ方向に幅の異なる帯状の反射層４をコア２と管状クラッド３との間に押し出せば良い。

【００３５】この方法によれば、屈折率や物性の異なる３種の材料を同時に押し出し、３種の機能を持った積層構造体を一度に成形することができ、成形速度が速く、しかも各材料が軟化状態で積層されるため、各層間の密着性にも優れた光伝送チューブを効率的に製造することができる。

【００３６】なお、本発明においては、反射層は1条に限らず、複数条形成しても良く、このように複数条の反射層を形成するべく、反射材を複数条に分割して押し出すためには、上記押し出し成形方法において、反射材の口金を複数個用いても良く、１つの口金に反射層間の間隔に相当する仕切壁を設けて押し出しても良い。

【００３７】反射性保護層を形成する場合には、上記押し出し成形後に金属箔や金属シートを貼着したり、散乱性粒子を分散させた塗料を塗布したりすれば良いが、同時押し出しにより反射性保護層を形成することも可能である。

【００３８】なお、本発明の光伝送チューブは上記以外の方法で製造されても良い。

【００３９】

【実施例】以下に実施例、比較例及び参考例を挙げて本発明をより具体的に説明する。説明の便宜上、まず参考例を示す。

【００４０】参考例１

３個のスクリュー部を有し、コア材、クラッド材及び反射材を同時に押し出せる多色押し出し機を用い、表１に

示すコア材、アクリルポリマーからなるクラッド材、このクラッド材と同様のアクリルポリマーにTiO_2（平均粒径１０μｍ）を１５重量％分散させた反射材を同時に押し出し機の口金部に導入し、この口金部から直径６ｍｍの円柱状ロッド（コア）、その外周表面に幅約１．５ｍｍ、厚さ０．０１～０．０２ｍｍの帯状の白色反射層、これらロッド及び反射層を覆う管状クラッドを同時に押し出し、外径６．５ｍｍの円柱状光伝送チューブＮｏ．１～Ｎｏ．３を作成した。

【００４１】得られた光伝送チューブの一端から光を入射させた場合の反射層形成側と反対側の側面輝度をミノルタＣＳ１００色彩色差計で測定し、結果を表１に示した。なお、光源には緑色のＬＥＤ（印加電流：２０ｍＡ、出射光量：１１ｌｕｍｅｎ）を用いた。

【００４２】比較のため、メタクリル酸メチル、メタクリル酸ラウリル、ベンゾイルパーオキサイドからなるモノマー溶液を外径６ｍｍ、長さ２５ｍのＦＥＰ（四フッ化エチレン－六フッ化プロピレン共重合体）チューブに注入し、これを６５℃の温浴槽に置き、両端からそれぞれ３．５ｋｇ／ｃｍ^{2}の圧力を加えながら、３時間重合反応させて固化させることにより、コアとＦＥＰ管状クラッドとの間に反射層のない、外径６．５ｍｍ、長さ２０ｍの光伝送チューブＮｏ．４を得、この光伝送チューブについても上記と同様に側面輝度の測定を行って結果を表１に示した。

【００４３】

【表１】

No.	コア材	輝度(cd/m^2) 測定位置(光入射端からの距離)		
		5cm	12cm	20cm
1	ポリスチレン	9.7	9.0	8.5
2	ポリカーボネート	9.2	8.6	8.1
3	スチレン-アクリル共重合体 *	8.6	7.8	7.5
4	アクリル系ポリマー	3.3	1.0	0.4

＊ スチレン:アクリル＝30:70

【００４４】この結果から、コアと管状クラッドとの間に反射層を形成することにより側面輝度を格段に高めることができることがわかる。

【００４５】実施例１

反射材の押し出し用スクリューの回転数を連続的に変化させることにより、反射層の幅が３０ｃｍピッチで３ｍｍから０．２ｍｍになるように変化させて押し出したこと以外は、参考例１のＮｏ．１の場合と同様に行って、本発明の光伝送チューブを製造し、得られた光伝送チューブを長さ３０ｃｍに切断した。切断された光伝送チューブは、一端から他端に向けて反射層の幅が０．２ｍｍから３ｍｍに、次第に大きくなるものである。

【００４６】この光伝送チューブの幅０．２ｍｍの反射層が形成された側から参考例１と同様にして光を入射させ、同様にその側面輝度の測定を行って、結果を表２に示した。

【００４７】比較例１

参考例１のＮｏ．１の光伝送チューブを長さ３０ｃｍに切断し、実施例１と同様にその側面輝度を測定し、結果を表２に示した。

【００４８】

【表２】

例	輝度(cd/m^2) 測定位置(光入射端からの距離)		
	5cm	12cm	20cm
実施例1	8.9	9.0	9.1
比較例1	9.7	9.0	8.5

【００４９】表２より、本発明によれば、側面輝度分布の均一な光伝送チューブが提供されることがわかる。

【００５０】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の光伝送チューブによれば、側面から指向性のある光を放出させて、輝度を効果的に高めることができる。しかも、反射層の幅を変化させることで、光伝送チューブの側面輝度を任意に調整することができる。

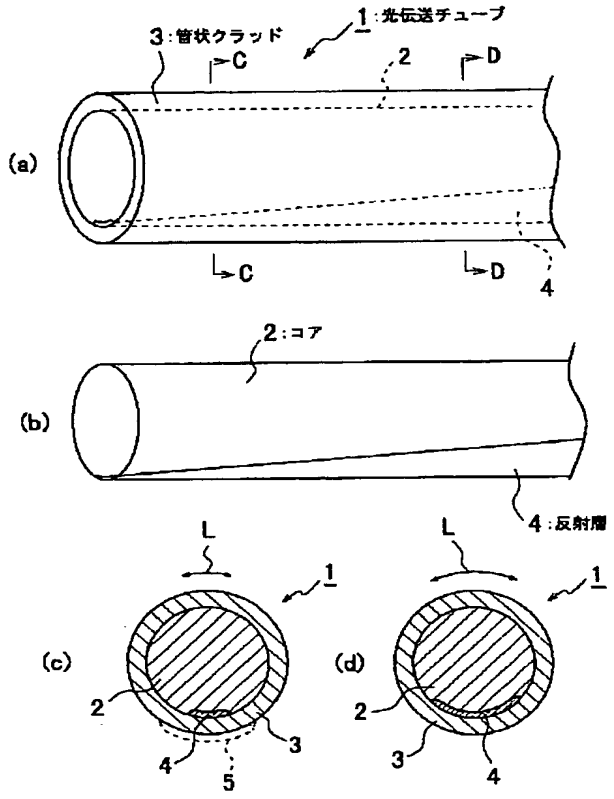
【００５１】請求項２の光伝送チューブによれば、側面輝度分布の均一な光伝送チューブが提供される。

【００５２】また、本発明の光伝送チューブの製造方法によれば、このような光伝送チューブを高い生産性にて容易かつ効率的に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の光伝送チューブの実施の形態を示し、（ａ）図は斜視図、（ｂ）図は管状クラッドの図示を省略した状態を示す斜視図、（ｃ）図は（ａ）図のＣ－Ｃ線に沿う断面図、（ｄ）図は（ａ）図のＤ－Ｄ線に沿う断面図である。

【符号の説明】

１　光伝送チューブ
２　コア
３　管状クラッド
４　反射層
５　反射性保護層

【図１】